

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



## TEZE K DISERTAČNÍ PRÁCI

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

**Ing. Bc. Milan Kloubec**

**LIBERALIZACE VYBRANÝCH TRHŮ S ELEKTRINOU A  
KOMPARACE JEJICH VÝVOJE**

Doktorský studijní program: Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku

Teze disertace k získání akademického titulu "doktor", ve zkratce "Ph.D."

Praha, srpen 2014

Disertační práce byla vypracována v kombinované formě doktorského studia na katedře Ekonomiky, manažerství a humanitních věd Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

Uchazeč: Ing. Bc. Milan Kloubec

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd  
Fakulta elektrotechnická ČVUT  
Zikova 4, 166 27 Praha 6

Školitel: doc. Ing. Jaromír Vastl, CSc.

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd  
Fakulta elektrotechnická ČVUT  
Zikova 4, 166 27 Praha 6

Oponenti: .....

.....

.....

Teze byly rozeslány dne: .....

Obhajoba disertace se koná dne ..... v ..... hod. před komisí pro obhajobu disertační práce ve studijním oboru Řízení a ekonomika podniku v zasedací místnosti č ..... Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

S disertací je možno se seznámit na děkanátu Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze, na oddělení pro vědu, výzkum a zahraniční styky, Technická 2, Praha 6.

předseda komise pro obhajobu disertační práce  
ve studijním oboru

Řízení a ekonomika podniku

Fakulta elektrotechnická ČVUT, Technická 2, Praha 6

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Současný stav problematiky .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Cíle disertační práce.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Metody zpracování.....</b>	<b>7</b>
3.1	Průběh liberalizace, její zavádění a následné dopady.....	8
3.2	Subjekty a infrastruktura jednotlivých liberalizovaných trhů.....	8
3.3	Přehled obchodů na jednotlivých liberalizovaných trzích.....	9
3.4	Vývoj ceny elektřiny v souvislosti se zaváděním liberalizace na trzích s elektřinou a posouzení vzájemných vlivů.....	9
3.4.1	Datový soubor .....	10
3.4.2	Regresní analýza.....	10
3.4.3	Korelační analýza .....	13
<b>4</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>14</b>
4.1	Průběh a stav liberalizace .....	14
4.2	Subjekty a infrastruktura trhu .....	15
4.3	Obchody s elektřinou.....	18
4.4	Vývoj ceny elektřiny v souvislosti se zaváděním liberalizace na trzích s elektřinou.....	19
4.4.1	Porovnání relativního vývoje indexů cen elektřiny .....	19
4.4.2	Porovnání relativního vývoje indexů cen elektřiny při sjednocení období liberalizace .....	20
4.4.3	Porovnání vývoje ceny elektřiny v závislosti na vývoji dalších vlivů .....	21
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>25</b>
	Seznam v tezích použité literatury .....	29
	Seznam prací disertanta vztahujících se k disertaci .....	32
<b>6</b>	<b>Summary.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>Resumé .....</b>	<b>35</b>

# 1 Současný stav problematiky

Proces liberalizace trhu s elektřinou znamená komplexní změnu dosavadního systému výroby, přenosu, distribuce, obchodu a dodávek elektřiny jednotlivým subjektům z počátečního stavu, kdy se jednalo o odvětví plně regulované a vlastněné státem, často s prvky centrálního řízení celého řetězce a všemi znaky vertikálně – integrovaného monopolu spojujícího většinu prvků energetického řetězce za účelem zajištění spolehlivosti dodávek, k systému, který v sobě spojuje tržní prvky s cílem dosažení otevřenosti, transparentnosti a především tržního soupeření, jehož smyslem je zajistit tržní podmínky a tržní ceny pro všechny subjekty – od výrobců, přes provozovatele sítí, až po jednotlivé spotřebitele.

V současné době je trh s elektřinou v České republice plně liberalizován, přičemž liberalizace není záležitostí pouze lokální, nýbrž celoevropskou, respektive celosvětovou, jelikož otázka liberalizování trhů s elektřinou je po celém světě tématem 21. století.

Ačkoliv je liberalizace realizována se záměry zlepšení dosavadního stavu a rozdělení benefitů plynoucích z volného trhu a soutěžení jednotlivým subjektů především prostřednictvím ceny za elektrickou energii, ukazuje se, že liberalizace trhu s elektřinou ne vždy plně splnila očekávání v ní vkládaná. Často je nejen v odborných kruzích zmiňováno, že liberalizace ve výsledku způsobila nárůst cen elektřiny, vedla k problémům s restrukturalizací původních integrovaných utilit a způsobuje problémy při dlouhodobém plánování investic z důvodů dlouhodobé nejistoty. Nejen z těchto důvodů je důležité analyzovat a prozkoumat historický vývoj trhů s elektřinou se zaměřením na trhy, kde liberalizace již proběhla, a kriticky posoudit přínosy či nedostatky jejich liberalizace.

## 2 Cíle disertační práce

Cílem disertační práce je nejprve zmapovat dosavadní vývoj a současnou situaci na vybraných trzích s elektřinou se zaměřením na liberalizaci jednotlivých trhů, na základě čehož je následně provedeno jejich komplexní srovnání z několika relevantních úhlů pohledu.

Práce ve svém závěru poskytuje soubor doporučení vhodných pro trh s elektřinou v České republice, která jsou výsledkem analýzy zkušeností s liberalizací elektroenergetiky v různých zemích světa.

V souladu se stanovenými cíli práce jsou prozkoumány tyto hypotézy:

1. Liberalizace trhu s elektřinou ovlivnila současnou podobu trhu s elektřinou.
2. Struktura trhu s elektřinou je determinována nastavenými liberalizačními principy.
3. Liberalizace trhu s elektřinou měla vliv na cenu elektřiny pro spotřebitele.
4. Vlivem liberalizace trhu s elektřinou došlo ke snížení ceny elektřiny pro spotřebitele.

### 3 Metody zpracování

Pro účely posouzení vlivů liberalizace byl vybrán reprezentativní vzorek zemí, které liberalizaci svých trhů s elektřinou již provedly. U těchto zemí jsou provedeny podrobné analýzy liberalizace a jejich dopadů, přičemž reprezentativní vzorek zemí se sestává z:

- Česká republika,
- Německo,
- Francie,
- Ruská federace,
- Spojené státy americké – stát Texas.

Při samotném výběru trhů s elektřinou byl kladen důraz na jejich pokud možno co největší odlišnost, aby tím vznikl soubor reprezentativních trhů, respektive vzorků, z jejichž komparace bude možné vyvodit relevantní závěry.

Použitou metodou pro ověření hypotéz je v první fázi porovnání teoretických východisek liberalizace, systematické srovnání průběhů liberalizace ve vybraných zemích s výzkumem dopadů provedených změn na účastníky trhu, strukturu trhu a obchody na tomto trhu. V druhé fázi práce je proveden detailní výzkum dopadů liberalizace do konečné ceny elektřiny.

Výzkum dopadů do konečné ceny elektřiny byl proveden na základě ekonometrického a statického vyhodnocení dostupných datových zdrojů. Pro zpracování dat bylo využito vícenásobné regresní analýzy a korelačních analýz.

### 3.1 Průběh liberalizace, její zavádění a následné dopady

U každé analyzované země je provedeno detailní stanovení harmonogramu liberalizace trhů a jednotlivých liberalizačních kroků. Zároveň je zkoumáno, zda se jedná o jednorázovou či postupnou liberalizaci a zda, respektive s jakým případným časovým zpožděním, se jednotlivé změny na trhu začaly projevovat. Jednotlivé harmonogramy průběhu liberalizace jsou taktéž porovnány mezi jednotlivými zeměmi navzájem a je poukázáno na hlavní rozdíly průběhů jednotlivých liberalizačních změn.

### 3.2 Subjekty a infrastruktura jednotlivých liberalizovaných trhů

V rámci práce jsou zkoumány jednotlivé zvolené modely fungování trhu s elektřinou v liberalizovaném prostředí. Přestože zkoumané země shledaly v liberalizaci podobný cíl, její průběh byl v jednotlivých zemích odlišný a na trhu vznikaly různé subjekty s různými pravomocemi. Práce je zaměřena na analýzu následujících subjektů a činností trhu:

- přenos elektřiny,
- distribuce elektřiny,
- regulační úřad,
- operátor trhu,
- finanční zúčtování (vypořádání odchylek),
- krátkodobý trh s elektřinou,
- centrální burza,
- přístup třetích stran,



- liberalizace konečných zákazníků.

### 3.3 Přehled obchodů na jednotlivých liberalizovaných trzích

Liberalizace trhů s elektřinou měla mimo jiné vliv na způsob obchodování s elektřinou. V této práci jsou zkoumány jednotlivé typy obchodů realizované na trzích s elektřinou, přičemž jsou detailně popsány a vysvětleny a je analyzována jejich významnost. Zároveň jsou jednotlivé země zkoumány z hlediska rozdílů mezi jednotlivými typy obchodů realizovanými na jednotlivých trzích. Pozornost je věnována zejména následujícím typům obchodů:

- bilaterální smlouvy,
- krátkodobé organizované trhy,
- burzy,
- specifické obchody.

### 3.4 Vývoj ceny elektřiny v souvislosti se zaváděním liberalizace na trzích s elektřinou a posouzení vzájemných vlivů

Pro posouzení vlivu liberalizace na cenu elektřiny byly vytvořeny ekonometrické modely, které zkoumají závislost ceny elektřiny na míře liberalizace a dalších veličinách, jež jsou popsány dále. Použitím vytvořených ekonometrických modelů došlo ke komplexnímu posouzení vlivů působících na ceny elektřiny na jednotlivých trzích. Využity jsou rovněž modely založené na

vícenásobné regresní analýze, testování hypotéz a na korelačních analýzách.

### 3.4.1 Datový soubor

Pro komplexní posouzení vlivů působících na vývoj ceny elektřiny byly identifikovány ukazatele, které mají vliv na cenu výroby elektřiny, výši poptávky po elektřině či na jiné skutečnosti dotýkající se ceny elektřiny.

Jedná se o následující ukazatele:

- Liberalizace,
- Spotřeba elektřiny,
- Množství výroby elektřiny z OZE,
- Cena emisních povolenek,
- Cena ropy,
- Cena uhlí,
- HDP,
- Inflace.

### 3.4.2 Regresní analýza

V každé zemi je zkoumán vliv liberalizace na cenu elektřiny pomocí vícenásobné regresní analýzy, přičemž pro každý trh je vytvořen unikátní model, do kterého jsou zahrnuty veličiny, které mají na cenu elektřiny největší vliv včetně liberalizace trhu s elektřinou.

Základními proměnnými vstupujícími do tvorby cen elektrické energie s přihlédnutím k časovému horizontu jsou cena ropy typu Brent, HDP daného státu a umělá proměnná vyjadřující liberalizaci, která zachycuje míru uvolnění trhu procentuálním podílem. Pro

účely prokázání vlivu liberalizace na velkoobchodní cenu elektřiny byl sestaven následující vícenásobný lineární regresní model:

$$elektr = \beta_0 + \beta_1 * HDP + \beta_2 * liber + \beta_3 * ropa, \quad (1)$$

kde *elektr* je cena elektrické energie,

*HDP* – hrubý domácí produkt země,

*liber* – podíl liberalizovaného trhu na celkovém trhu s elektřinou,

*ropa* – cena barelu ropy Brent.

Tyto modely jsou odhadovány metodou klasických nejmenších čtverců (MNC). MNC poskytuje odhad parametrů, které říkají, jaký a jak velký vliv jednotlivé proměnné (HDP, cena ropy a liberalizace) mají. Míra shody modelu s daty je posuzována na základě koeficientů determinace. Základní koeficient vícenásobné determinace  $R^2 \in \langle 0; 1 \rangle$  udává, jaký podíl rozptylu v hodnotách závislé proměnné se podařilo regresí vysvětlit a je dán vztahem (převzato z [27]):

$$R^2 = 1 - \frac{S_e}{S_t}, \quad (2)$$

kde  $S_e$  je modelem nevysvětlený (residuální) součet čtverců a  $S_t$  je celkový součet čtverců závislé proměnné v modelu.  $R^2$  nezohledňuje počet vysvětlujících proměnných – jeho hodnota nikdy neklesne přidáním dalších vysvětlujících proměnných do modelu, i když tyto proměnné nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu. Proto bude brán zřetel také na tzv. korigovaný koeficient determinace  $R^2_{adj}$ .

Statistickou významnost modelu jako celku popisuje F poměr (převzato z [27]):

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \frac{(n - k)}{(k - 1)}, (3)$$

kde  $R^2$  je koeficient determinace,  $n$  je počet pozorování a  $k$  je počet proměnných. Pokud je  $F$  poměr vyšší než tabulková hodnota  $F^*$  potom, na zvolené hladině významnosti, dojde k odmítnutí předpokladu, že vysvětlující proměnné významně neovlivňují vysvětlující proměnnou.

Statistická významnost jednotlivých proměnných je hodnocena na základě  $t$  poměru (převzato z [27]):

$$t_i = \frac{b_i}{s_{b_i}}, (4)$$

kde  $b_i$  je odhad parametru dané proměnné a  $s_{b_i}$  je jeho odchylka. Tímto je testována nulová hypotéza  $H_0$  o nevýznamnosti dané proměnné v modelu. Pokud je  $t$  poměr vyšší než tabulková hodnota  $t^*$ , na zvolené hladině významnosti dojde k zamítnutí nulové hypotézy, čili daná proměnná je v modelu významná. Aby nebylo nutné hledat tabulkové hodnoty, je použita tzv.  $p$ -hodnota, respektive pravděpodobnost, že by testovací kritérium dosáhlo své hodnoty, případně hodnot ještě více svědčících proti  $H_0$  za předpokladu, že by  $H_0$  opravdu platila. Je-li  $p$ -hodnota menší než předem stanovená hladina významnosti, nulová hypotéza je zamítnuta.

Veškeré testy jsou hodnoceny na základě 5% hladiny významnosti, pokud není explicitně vyjádřeno jinak.

### 3.4.3 Korelační analýza

Vztahy mezi cenou elektřiny a dalšími veličinami nezahrnutými do ekonometrického modelu jsou zkoumány pomocí korelační analýzy, která se zabývá mírou závislosti náhodných veličin a popisuje lineární vztahy mezi nimi. Korelace představuje vzájemný vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Pokud se jedna z nich mění, mění se korelativně i druhá a naopak. Standardním výstupem korelační analýzy je koeficient popisující míru závislosti – nejčastěji korelační koeficient, který slouží jako míra vyjádření “těsnosti lineární vazby”. V této práci je k analýze používán Pearsonův korelační koeficient (převzato z [27]):

$$\rho = \frac{\text{cov}_{XY}}{\sqrt{D_Y D_X}} \in \langle -1; 1 \rangle, \quad (5)$$

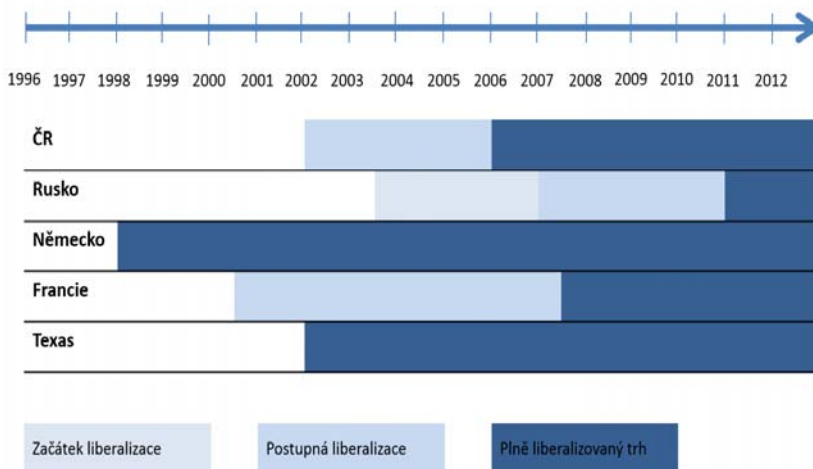
kde  $D$  je rozptyl náhodných veličin a  $\text{cov}_{XY}$  je jejich kovariance, pro niž platí (převzato z [27]):

$$\text{cov}_{XY} = E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y)), \quad (6)$$

kde  $\mu$  jsou střední hodnoty náhodných veličin. Kovariance je v podstatě střední hodnota součinu odchylek náhodných veličin od jejich středních hodnot.

## 4 Výsledky

### 4.1 Průběh a stav liberalizace



Jak je znázorněno na grafu výše, liberalizace ve vybraných zemích měla dvě různá tempa. Zatímco v Německu a Texasu se jednalo o jednorázové otevření celého trhu v jediný okamžik, v ČR, Rusku a Francii se jednalo o proces postupný a rozfázovaný na jednotlivé etapy. Navíc v Rusku byla zahájena liberalizace dvakrát, jelikož první nastavení liberalizačních pravidel se minulo svým účinkem, následkem čehož muselo dojít k úpravě pravidel a zahájení procesu liberalizace znovu.

První země, která ze zkoumaného vzorku liberalizovala trh, bylo Německo v roce 1998. Navíc se jednalo o jednorázové otevření a od tohoto roku byl zároveň trh plně liberalizován. Francie liberalizaci trhu zahájila v červnu roku 2000, nicméně se jednalo o postupnou

liberalizaci, která byla ukončena až v červnu 2007. Následovala liberalizace v Texasu a ČR v roce 2002, přičemž v Texasu se jednalo o jednorázové otevření celého trhu a v ČR se jednalo o proces postupný, kdy trh byl plně otevřen od roku 2006.

Poslední zemí, která zahájila proces liberalizace, bylo Rusko v roce 2003. První etapa liberalizace se týkala největších výrobců a odběratelů, nicméně její dopad neodpovídal naplánovaným předpokladům. Proto došlo k následné úpravě pravidel a harmonogramu liberalizace a celý proces liberalizace byl znovu zahájen v roce 2007, přičemž od roku 2011 je ruský trh s elektřinou plně liberalizován pro všechny odběratele v Rusku s výjimkou domácností. V porovnání s ostatními zeměmi tedy ruský trh není 100% liberalizovaný, nicméně z hlediska objemu elektřiny, který je obchodován na otevřeném trhu, se jedná přibližně o 80 % elektřiny spadající do liberalizovaného prostředí v Rusku.

## 4.2 Subjekty a infrastruktura trhu

Po rozdílných vývojích liberalizace v jednotlivých zemích se rovněž vytvořily mírně odlišné struktury trhu, které plní potřeby liberalizovaného trhu.

V České republice jsou tyto potřeby plněny za pomoci následujících subjektů:

- jediný, státem vlastněný provozovatel přenosové soustavy,
- tři soukromí provozovatelé distribučních soustav,
- OTE jako nezávislý administrátor všech obchodů,
- ČEZ jako dominantní výrobce a obchodník s elektřinou,
- další menší výrobci,

- obchodníci s elektřinou,
- burza, denní trh,
- 100% liberalizovaní spotřebitelé.

Ve zkoumaném vzorku zemí je přenos elektřiny formálně i věcně oddělen do samostatných společností (tzv. unbundling). Ve všech zkoumaných zemích mimo Německa existuje vždy jedna společnost, která má na starosti přenos elektřiny po celé zemi. V Německu jsou tyto společnosti z důvodu historického vývoje čtyři. V Německu a v Texasu jsou provozovatelé přenosové soustavy vlastněny soukromými společnostmi, zatímco v ostatních třech porovnávaných zemích jsou vlastněny státem nebo přes jinou státem vlastněnou společnost.

U distribučních společností je v případě Francie jedna distribuční společnost ERDF, kterou ovládá stát přes EDF, zatímco v ostatních zemích je distribučních společností několik. V České republice jsou 3 distribuční společnosti, v Německu jsou 4 hlavní distribuční společnosti a několik desítek lokálních společností; podobný případ je také v Texasu. Distribuční společnosti v Německu, Česku i Texasu jsou vlastněny soukromými společnostmi. V Rusku existuje nespočet distribučních společností patřících jednotlivým teritoriím Ruska, které jsou pod kontrolou státních nebo lokálních úřadů.

Všechny zkoumané státy mají regulační úřad či komisi, která dohlíží a reguluje monopolní postavení energetických společností a má na starosti tarifní strukturu.

Mezi zkoumanými zeměmi existují rozdíly v přidělování odpovědnosti za výpočet odchylky subjektů zúčtování a finančním



vypořádání. V České republice, Rusku a Texasu tuto roli zastávají státem zřízené společnosti, které vykonávají funkci operátora trhu. V Německu a ve Francii tuto roli zastávají provozovatelé přenosových soustav, kteří jsou v případě Německa v soukromém vlastnictví.

Krátkodobý trh s elektřinou je organizován operátory trhu. V případě Německa a Francie, které tento subjekt nemají, je krátkodobý trh s elektřinou organizován na společném trhu EEX v Lipsku.

Všechny evropské země mají hlavní burzu, kde se obchodují standardní produkty base a peak na následující měsíce a roky. V případě Francie a Německa se jedná o společnou burzu EEX se sídlem v Lipsku. V Texasu není centrální burza, kde se obchodují standardní produkty a většina obchodů probíhá prostřednictvím dvoustranných smluv a různých dílčích velkoobchodních míst. Celkem je v Texasu přes 250 velkoobchodních míst.

Ve všech zmiňovaných zemích je nastaven regulovaný přístup třetích stran (rTPA) k přenosové a distribuční soustavě. V Německu byl původně nastaven přístup, kdy si jednotlivé strany mezi sebou mohly dohodnout jakékoli podmínky (tzv. nTPA), ale v roce 2005 byl změněn na rTPA jako v jiných zemích.

Ve všech zemích je liberalizován sektor průmyslu, kdy si průmyslové společnosti mohou vybrat svého dodavatele elektřiny a podmínky dodávky.

### 4.3 Obchody s elektřinou

Obchody s elektřinou se v ČR realizují na základě následujících platforem:

- bilaterální smlouvy,
- burza PXE,
- organizovaný krátkodobý trh,
  - blokový,
  - denní,
  - vnitrodenní,
  - vyrovnávací.

Většina obchodů je realizována na základě bilaterálních smluv, nicméně pro možnost standardizace se pro realizaci těchto obchodů často využívají EFET smlouvy, které jsou využívány v Německu a Francii jako obecně uznávaný standard. Obecně platí, že ve všech zemích se většina fyzických obchodů odehrává na bázi bilaterálních smluv.

V případě ČR je burza málo likvidním místem pro obchody a využívá se spíše pro hedgovací účely. Naopak tomu je v případě burzy EEX společné pro Německo a Francii, která je velmi likvidní, a která se považuje za nejdůležitější obchodní místo s elektřinou v Evropě. Ruská burza byla dokonce zřízena pouze pro hedgovací účel a neobchoduje se na ní fyzická dodávka elektřiny.

Ve všech zemích existují velké rozdíly v přístupu k denním trhům. ČR je jedinou zemí poskytující blokový trh, který však není moc likvidní. V Evropě je společným jmenovatelem postupný market coupling více trhů, který je na úrovni denních trhů realizován jak

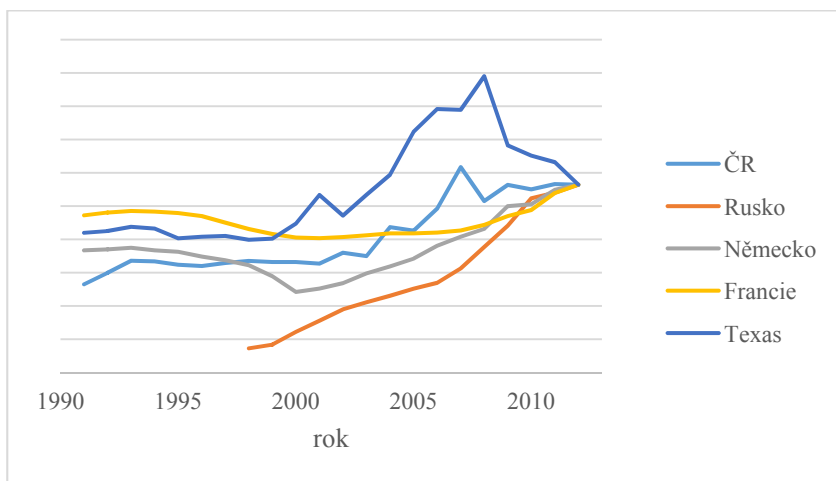
v ČR (ČR-SR-HU) tak v Německu a Francii, jež jsou navzájem propojeny. Tyto dvě země následně zavedly market coupling i na úrovni vnitrodenních trhů. V Texasu je nejzajímavější reálný trh s elektřinou, kde se obchodují v reálném čase dodávky elektřiny po 5 minutových segmentech.

Organizátorem denního trhu v ČR je OTE, zatímco organizátorem denních trhů ve zkoumaných zemích jsou jak společnosti státní (Rusko), tak společnosti soukromé (Francie a Německo).

V Rusku existuje kromě trhu s elektřinou také k tomu navázaný trh s kapacitami, které jsou nutné pro samotný přenos elektřiny.

## 4.4 Vývoj ceny elektřiny v souvislosti se zaváděním liberalizace na trzích s elektřinou

### 4.4.1 Porovnání relativního vývoje indexů cen elektřiny



Výše uvedený graf znázorňuje relativní vývoj cen elektřiny v jednotlivých zemích. Jednotlivé průběhy byly převedeny na indexy tak, aby v roce 2012 byl index jejich vývoje 100 % (vlastní datové vstupy jsou uvedeny v Přílohách č. 1 – 6 disertační práce).

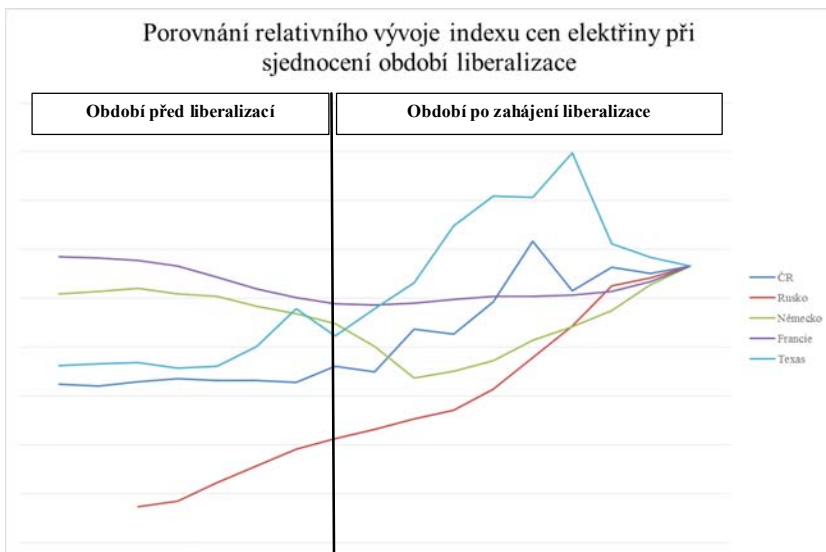
Z grafu je patrná rozdílná volatilita vývoje cen v jednotlivých zemích, přičemž největší volatilita ve vývoji ceny elektřiny byla v Rusku a v Texasu – ruský vývoj se vyznačuje strmým růstem po celou dobu zkoumaného období. Vývoj ceny v Texasu byl ze začátku velmi podobný vývoji ceny v evropských zemích, nicméně po zahájení liberalizace zaznamenal prudký nárůst, který byl vystřídán po pěti letech výrazným poklesem cen elektřiny.

#### 4.4.2 Porovnání relativního vývoje indexů cen elektřiny při sjednocení období liberalizace

Níže uvedený graf znázorňuje relativní vývoj cen indexů elektřiny v jednotlivých zemích, kdy průběhy byly upraveny tak, aby končily ve shodném koncovém bodě a zároveň bylo z časového hlediska docíleno jednotného okamžiku zahájení liberalizačních změn na jednotlivých trzích. Absolutní hodnoty cen byly převedeny na relativní cenové indexy s indexem 100 v roce 2012 (vlastní datové vstupy jsou uvedeny v Přílohách č. 1 – 6 disertační práce).

Jak je vidět níže, v období před zahájením liberalizačních změn byl vývoj cen elektřiny v evropských zemích relativně ustálený bez větších změn. V Rusku docházelo v tomto období k růstu cen elektřiny v důsledku vyrovnávání se celé ekonomiky s přechodem od centrálně plánované ekonomiky k ekonomice tržní.

V období po zahájení liberalizačních změn došlo v ČR, Texasu a Rusku k nárůstu cen elektřiny, zatímco ve Francii a Německu k poklesu cen elektřiny.



#### 4.4.3 Porovnání vývoje ceny elektřiny v závislosti na vývoji dalších vlivů

Jelikož na vývoj ceny elektřiny působí několik faktorů, bylo u jednotlivých zemí za pomoci ekonometrické analýzy provedeno komplexní posouzení těchto vlivů.

Pro základní testování byly na základě pilotních testů zvoleny proměnné HDP (variantě spotřeba elektřiny díky velké korelaci mezi těmito atributy u některých zemí), cena ropy a liberalizace. Následně na základě výsledků vytvořeného modelu byly modely upravovány tak, aby výsledky modelu co nejvíce popisovaly veškeré změny ve vývoji ceny elektřiny.

Pokud podle ekonometrického modelu je vývoj proměnné podstatný pro vývoj konečné ceny elektřiny, je v následující tabulce použita

značka „+“ nebo „-“ podle toho, jestli růst zkoumané veličiny působil na růst nebo pokles ceny elektřiny. V případě, že proměnná je významná v modelu, ale nemá vliv na konečnou cenu elektřiny, je tato proměnná označena jako „nemá vliv“. Pokud ekonometrický model neukázal zkoumanou proměnnou jako významnou veličinu působící na cenu elektřiny, je tato proměnná označena jako „nerelevantní“.

	Liberalizace	HDP/spotřeba elektřiny	Cena ropy
<b>ČR</b>	+	+	nemá vliv
<b>Rusko</b>	nerelevantní	nerelevantní	nerelevantní
<b>Německo</b>	-	nemá vliv	nemá vliv
<b>Francie</b>	+	nemá vliv	nemá vliv
<b>Texas</b>	+	nemá vliv	nemá vliv

Z provedených analýz vytvořeného modelu vyplývá, že – kromě případu Ruska – tento model postihuje většinu změn ve vývoji ceny elektřiny a lze jej považovat za korektně sestavený.

Model ukazuje, že zavedení liberalizace zvýšilo cenu elektřiny v ČR, Francii a Texasu. V případě Německa zavedení liberalizace mělo za důsledek mírné zlevnění elektřiny.

V případě ČR se mezi hlavní důvody, proč liberalizace zvýšila cenu elektřiny, řadí skutečnost, že – oproti teoretickým předpokladům – na trhu s elektřinou z historických důvodů existuje jeden dominantní výrobce, což neodpovídá výchozím požadavkům na strukturu liberalizovaného trhu s elektřinou. Ve Francii došlo ke zdražení elektřiny zejména v důsledku toho, že v původním systému byly dodávky realizovány státní společností EDF, která těžila z velkého množství jaderných zdrojů vyrábějících elektřinu s minimálními provozními náklady. Tudíž cena, kterou mohla EDF nabízet, byla relativně nízká. Po otevření trhu a po odstranění těchto vstupních

bariér pomocí zákonů NOME a ARENH, kdy došlo k rozprostření těchto benefitů mezi ostatní účastníky trhu, došlo k navýšení velkoobchodní ceny elektřiny na úroveň odpovídající průměrným cenám ze všech zdrojů. V Texasu je hlavním důvodem zvýšení cen elektřiny po otevření trhu nastavení maximálních cen, za kterou měl největší energetický subjekt prodávat elektřinu. Tato cena byla nastavena po dobu 5ti let po otevření trhu a měla ochránit trh před nečekaným zdražením. Ostatní účastníci trhu měli cenu podbízet, avšak došlo k opačnému jednání a všichni účastníci trhu prodávali elektřinu za maximální cenu. Po 5 letech, kdy se cenový strop zrušil, začaly ceny elektřiny dlouhodobě klesat.

Naopak pokles cen zavedením liberalizace v Německu je způsoben neexistencí jediné vertikálně integrované společnosti, která by před liberalizací zastřešovala všechny procesy od výroby přes přenos až po distribuci elektřiny na celém území Německa. Jelikož v Německu již existovalo několik větších a desítky menších energetických společností, probíhala liberalizace a oddělení přenosu od distribuce a prodeje elektřiny relativně hladce. Zároveň větší množství subjektů na trhu o podobné síle zaručilo vyrovnanější konkurenční prostředí od začátku liberalizace než v případech zemí, kde existovala jedna velká vertikálně integrovaná společnost.

Vývoj HDP respektive výše spotřeby elektřiny měla v ČR vliv na zvýšení ceny elektřiny, zatímco u ostatních zemí se toto – oproti běžně vžitým předpokladům – nepodařilo prokázat. Částečně je to způsobeno jiným složením národního hospodářství jednotlivých zemí a různého zastoupení jednotlivých sektorů ekonomiky na tvorbě HDP. Vyspělé země mají zpravidla velký podíl služeb, které jsou energeticky méně náročné, a tudíž produkce vyššího HDP není přímo

spojena s vyšší spotřebou elektřiny. Naproti tomu vliv HDP, respektive spotřeby elektřiny, na cenu elektřiny je v případě ČR způsoben zejména tím, že tvorba českého HDP je velmi závislá na energeticky náročných odvětvích ekonomiky.

Co se týká ruského trhu s elektřinou, na rozdíl o všech ostatních trhů se ho nepodařilo popsat pomocí zvolených proměnných a nelze tedy konstatovat, co je hybatelem změn cen elektřiny v Rusku.

Pro účely posouzení vzájemné korelace mezi jednotlivými zeměmi byly rovněž spočteny korelační tabulky pro jednotlivé atributy, které jsou uvedeny v následující tabulce.

	Spotřebované množství elektřiny	Množství elektřiny vyrobené v OZE	Cena emisních povolenek	Cena ropy	Cena uhlí	HDP	Inflace
<b>ČR</b>	0,80	0,79	0,87	0,94	0,98	0,97	-0,36
<b>Rusko</b>	0,91	0,26	nerelevantní	0,94	nerelevantní	0,92	-0,57
<b>Německo</b>	0,30	0,74	0,63	0,74	nerelevantní	0,58	0,07
<b>Francie</b>	0,29	0,28	0,19	0,41	nerelevantní	0,31	0,19
<b>Texas</b>	0,58	0,54	0,54	0,77	0,58	0,82	-0,06

Z pohledu korelace, tedy míry závislosti, nikoliv však nutně znamenající kauzality, se ukazuje značná pozitivní korelace mezi cenou elektřiny a spotřebou elektřiny v ČR, Rusku a Texasu. V případě korelace s množstvím výroby elektřiny vyrobené z OZE se ukazuje významná závislost v případě České republiky a Německa. Obdobný scénář platí i pro cenu emisních povolenek.

Poměrně zajímavým atributem je cena ropy, která vykazuje značnou korelaci u všech zemí mimo Francie, nicméně v ekonometrických modelech vyšla cena ropy jako nevýznamná pro cenu elektřiny. Korelace s cenou uhlí byla zkoumána u ČR a USA, kdy v případě



ČR se ukazuje téměř totožný vývoj, neboť cena uhlí používaného pro výrobu elektřiny se odvíjí od vývoje ceny elektřiny. HDP je silně zkorelován s cenou elektřiny v ČR, Rusku a Texasu (shodně se spotřebou elektřiny). Inflace není významně zkorelována v případě žádné ze zkoumaných zemí.

## 5 Závěr

V rámci disertační práce byl zmapován dosavadní vývoj a současná situace na vybraných trzích s elektřinou se zaměřením na liberalizaci jednotlivých trhů. Na základě toho bylo provedeno jejich komplexní srovnání z několika relevantních úhlů pohledu a byl učiněn soubor doporučení vhodných pro trhy s elektřinou s důrazem na trh s elektřinou v České republice. V souladu se stanovenými cíli práce byly rovněž prozkoumány stanovené hypotézy:

### *1) Liberalizace trhu s elektřinou ovlivnila současnou podobu trhu s elektřinou.*

Pro dosažení cílů liberalizace trhu s elektřinou je principiálně požadována změna struktury a podoby trhu, která spočívá zejména v privatizaci státních energetických monopolů, restrukturalizaci vertikálně-integrovaných struktur a rozdělení jednotlivých článků elektroenergetického řetězce, restrukturalizaci segmentu fyzické výroby elektřiny. Reálný průběh liberalizace v jednotlivých zkoumaných zemích potvrzuje, že skutečně se zaváděním liberalizace jako takové bylo potřeba dosavadní strukturu trhu změnit v téměř totožné struktuře, jako bylo uvažováno v teoretických východiscích liberalizace. Tato hypotéza se na základě zkoumání průběhu liberalizačních kroků v jednotlivých zemích potvrzuje.

2) *Struktura trhu s elektřinou je determinována nastavenými liberalizačními principy.*

V předchozí hypotéze se potvrdilo, že liberalizace má vliv na podobu trhu s elektřinou. Aby bylo možno dosáhnout liberalizačních cílů stanovených při zavádění liberalizace, byly v jednotlivých zemích nastaveny k tomu směřující legislativní podmínky, přičemž se ukázalo, že pro splnění těchto cílů byly nezávisle na sobě v jednotlivých zemích zvoleny podobné kroky upravující strukturu trhu s elektřinou a lze jednoznačně identifikovat shodné články trhu. Tato hypotéza se na základě porovnání a vývoje struktury trhů v jednotlivých zemích potvrzuje.

3) *Liberalizace trhu s elektřinou měla vliv na cenu elektřiny pro spotřebitele.*

Při porovnání vývoje ceny elektřiny v závislosti na vývoji dalších vlivů byl proveden detailní výzkum dopadů liberalizace do konečné ceny elektřiny ve zkoumaných zemích. Zkoumání a ověření této části hypotézy bylo provedeno pomocí ekonometrického a statistického vyhodnocení dostupných datových zdrojů pro jednotlivé zkoumané země. Dostupné datové sady byly zpracovány s využitím vícenásobné regresní analýzy a také korelačních analýz. Provedené analýzy a výpočty identifikovaly liberalizaci jako jeden z vlivů přímo ovlivňujících cenu elektřiny. Tato hypotéza se tedy potvrzuje.

4) *Vlivem liberalizace trhu s elektřinou došlo ke snížení ceny elektřiny pro spotřebitele.*

Tato hypotéza vychází z teoretických východisek liberalizace, která předpokládá, že liberalizace se promítne ve snížení cen elektřiny pro spotřebitele. Výsledky provedených výpočtů a analýz ukazují a

potvrzují, že liberalizace a liberalizační kroky jako takové měly přímý dopad do konečné ceny elektřiny ve zkoumaných zemích, avšak ve zkoumaných zemích se podařilo prokázat jak snížení ceny, tak i její zvýšení. Snížení ceny elektřiny se prokázalo pouze v případě Německa. Naopak cena elektřiny v České republice, Francii a Texasu se vlivem provedených liberalizačních kroků zvýšila. V případě Ruska nelze prokázat dopad liberalizace do ceny elektřiny. Nepotvrdil se tedy tak obecný předpoklad dopadů liberalizace do konečné ceny elektřiny placené spotřebitelem, který předpokládal, že liberalizace trhu s elektřinou bude mít za následek snížení ceny elektřiny pro koncové spotřebitele. Tato hypotéza se tedy nepotvrzuje.

Z pohledu dalšího vývoje a směřování trhů může v České republice, ale i jinde v Evropě, nastat střet lokálních a celoevropských zájmů. Zatímco EU bude dále podporovat prohlubování liberalizace a integrace jednotlivých trhů mezi sebou, jednotlivé státy kvůli obavě z levné dotované elektřiny z obnovitelných zdrojů se budou snažit své trhy a výrobce všemožně chránit. Výsledkem všech těchto problémů a zájmů je rostoucí a komplikující se legislativa a růst pravomocí regulátorů na úkor prohlubování liberalizace a jejich teoretických předpokladů.

Ačkoliv cíle a vize přeměny trhu jsou jednotné v rámci celé Evropské unie, musí se vždy respektovat specifika jednotlivých zemí a trhů. Nelze přejímat modely mezi jednotlivými zeměmi beze změn spočívajících v přizpůsobení modelu daným konkrétním podmínkám. Odlišná specifika je nutné brát v úvahu i v případě možnosti využití potenciálu obnovitelných zdrojů energie pro výrobu elektřiny v jednotlivých zemích. Každá země má pro jejich využití rozdílné a

unikátní podmínky, a to jak geografické, tak ekonomicko-politické. Obdobným způsobem je nutno postupovat i u dalších specifických atributů jednotlivých zemí.

Z výše uvedeného vyplývá, že podněty na úpravu a optimalizaci nastavení liberalizovaného trhu s elektřinou v České republice lze z jiných zemí a trhů nejlépe čerpat z německého systému fungování trhu s elektřinou, který je nejdéle fungujícím a ověřeným modelem takového trhu, přičemž jednotlivé prvky je nutné podrobovat konstruktivní kritice a adaptovat na podmínky českého prostředí ve všech fázích procesu změny od přípravy, přes realizaci až po vyhodnocení.

## Seznam v tezích použité literatury

- [1] Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Vyhláška č. 541/2005 Sb., o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona.
- [3] Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2003/54/ES, o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektrickou energií a kterou se zrušuje směrnice 96/92/ES.
- [4] ČESKÝ ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD. *ERÚ* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.eru.cz](http://www.eru.cz)
- [5] Český operátor trhu s elektřinou, [www.ote-cr.cz](http://www.ote-cr.cz)
- [6] RUSKÝ ADMINISTRÁTOR OBCHODNÍHO SYSTÉMU FEDERÁLNÍHO TRHU S ELEKTŘINOU. *NP* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.np-ats.ru](http://www.np-ats.ru)
- [7] NĚMECKÁ ENERGETICKÁ BURZA EEX. *EEX* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.eex.de](http://www.eex.de)
- [8] FRANCOUZSKÁ ENERGETICKÁ BURZA POWERNEXT. *Powernext* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.powernext.fr](http://www.powernext.fr)
- [9] FRANCOUZSKÁ KOMISE PRO REGULACI ENERGETIKY. *CRE* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.cre.fr](http://www.cre.fr)
- [10] AMERICKÁ FEDERÁLNÍ ENERGETICKÁ REGULAČNÍ KOMISE. *FERC* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.ferc.gov](http://www.ferc.gov)

- [11] ENERGY INFORMATION ASSOCIATION. *EIA* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)
- [12] MEZINÁRODNÍ ENERGETICKÁ AGENTURA. *IEA* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.iea.org](http://www.iea.org)
- [13] Deregulated electricity in Texas. *Texas coalition for affordable power* [online]. 2013, č. 1 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.tcap.com](http://www.tcap.com)
- [14] B. BUSHNELL, James, Erin T. MANSUR a Celeste SARAVIA. VERTICAL ARRANGEMENTS, MARKET STRUCTURE, AND COMPETITION: AN ANALYSIS OF RESTRUCTURED U.S. ELECTRICITY MARKETS. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*. 2007.
- [15] Annual Energy Outlook 2013. *EIA*. 2013, č. 1. Dostupné z: <http://www.eia.gov/forecasts/aeo>
- [16] TEXASKÝ OPERÁTOR TRHU. *ERCOT* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: [www.ercot.com](http://www.ercot.com)
- [17] JOSKOW, Paul L. Lessons Learned From Electricity Market Liberalization. *The Energy Journal*. 2008, Special Issue, s. 34.
- [18] CHEMIŠINEC, Igor, Miroslav MARVAN, Jakub NEČESANÝ, Tomáš SÝKORA a Jiří TŮMA. *Obchod s elektrinou*. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [19] Power Statistics&Trends 2013. [online]. 2013 [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: [www.eurelectric.org](http://www.eurelectric.org)
- [20] HALL, David, Stephen THOMAS a CORRAL. *Global experience with electricity liberalisation*. 2009. University of Greenwich.
- [21] PERCEBOIS, Jacques. ELECTRICITY LIBERALIZATION IN THE EUROPEAN UNION: BALANCING BENEFITS AND RISKS. 2008.

- [22] ERDOGDU. Essays on Electricity Market Reforms: A Cross-Country Applied Approach. University of Cambridge. 2013.
- [23] MORRIS. German Energy Freedom: Moving beyond energy independence to energy democracy. 2013.
- [24] KRISTIANSEN, Tarjei. The Russian Power Market. 2011
- [25] ABDURAFIKOV, Rinat. VTT. Russian electricity market: Current state and perspectives. Finland, 2009. ISBN 978-951-38-7182-6.
- [26] STRAUSS-KAHN, Vanessa a Daniel TRACA. Deregulating Electricity Markets: The French Case. 2004.
- [27] HUŠEK, R. Ekonometrická analýza. Praha, 2007. ISBN 978-80-245-1300-3.
- [28] OKSANEN, M., R. KARJALAINEN, S. VILJAINEN a D. KULESHOV. Electricity Markets in Russia, the US, and Europe. 2009.
- [29] HEDDENHAUSEN. Privatisation of Europe's liberalised electricity Market. SWP, 2007.
- [30] Serrallés, R. J. (2006, November). Electric energy restructuring in the European Union: Integration, subsidiarity and the challenge of harmonization. Energy Policy, (pp. 2542-2551).
- [31] Haas, R. et. al. (2006). "Competition in the Continental European Electricity Market: Despair or Work in Progress in F. Sioshansi and W. Pfaffenberger, eds., Electricity Market Reform: An International Perspective, Elsevier. 265-316.
- [32] Besant-Jones, J.E., 2006. Reforming Power Markets in Developing Countries: What Have We Learned?. World Bank energy and mining sector board discussion paper no. 19, September 2006, World Bank.

# Seznam prací disertanta vztahujících se k disertaci

## ***Publikace v impaktovaných časopisech***

- 1) Adamec, M. - Pavlátka, P. - Kloubec, M. - Starý, O. Impacts of Smart Grid Concept on Energy Industry. In: Technology and Investment. 2013, vol. 4, no. 3, p. 179-189. ISSN 2150-4059. **Pozn.: Žurnál uvádí Impact Factor.**

## ***Publikace v recenzovaných časopisech***

- 1) Kloubec, M. Strategické změny v řízení elektrizačních soustav, In: Energetika. 2013, roč. 63, č. 1, s. 9-11. ISSN 0375-8842.
- 2) Kloubec, M. Liberalizace trhů s elektřinou a komparace jejich vývoje. In: 16. konference ČK CIRED. Praha: CIRED, 2012, s. 1-4. ISBN 978-80-905014-1-6.
- 3) Kloubec, M. Liberalizacija elektroenergetičeskoj otrasli v Čechii i složivšijsja rynek elektroenergiji. In: Problemy energetiky. 2008, roč. 2008, č. 9-10, s. 63-68. ISSN 1998-9903.
- 4) Kloubec, M. Struktura rynku elektroenergii v Čechii, vozmožnosti i uslovija trgovli elektroenergij. In: Elektroenergija - ot polučeniya i raspredeleniya do effektivnovo ispolzovanija. Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2008, díl 1, s. 75-78. ISBN 5-98298-208-3.

## ***Publikace ostatní***

- 1) Adamec, M. - Kloubec, M. - Pavlátka, P. RES-E Support Principles Benchmark. In: POSTER 2013 - 17th International Student Conference on Electrical Engineering. Prague: Czech Technical University, 2013. ISBN 978-80-01-05242-6.



- 2) Kloubec, M. - Adamec, M. Strategické změny v řízení elektrizačních soustav. In: Trendy elektroenergetiky v evropském kontextu VIII. Špindlerův Mlýn, 2013.
- 3) Kloubec, M. - Vastl, J. - Misirača, B. Electricity Markets Analysis and Comparison of their Development. In: Workshop 2011. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, p. 1-3.
- 4) Kloubec, M. Electricity Market in the Russian Federation. In: Poster 2008. Prague: CTU, Faculty of Electrical Engineering, 2008, p. 1-5.
- 5) Kloubec, M. Rynok elektroenergii v Čechii, struktura elektroenergetičeskoj otrasli. In: Sovremennie tehnika i technologii. Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2008, díl 1, s. 50-51.

### ***Projekty***

- 1) SGS10/167/OHK5/2T/13 - Kloubec, M. Analýza trhů s elektřinou a komparace jejich vývoje. Fakulta elektrotechnická, katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd, 2010-2011.

## 6 Summary

This dissertation thesis deals with the complex research of liberalization of chosen electricity markets and subsequent comparison of their development. For the purposes of this dissertation thesis, electricity markets in the following countries were chosen: Czech Republic, Russian Federation, Germany, France and United States of America. The thesis is systematically divided into several chapters. At first, existing development and present situation on the chosen electricity markets is analyzed; at second, complex comparison from different perspectives of the chosen electricity markets is carried out. During the process, the following hypotheses are being tested: present electricity markets were influenced by the liberalization of electricity industry; structure of electricity markets is determined by the set liberalization rules; liberalization of electricity industry influenced the electricity price for consumers; the electricity price for consumers was reduced by the liberalization of electricity industry. In the conclusion, the thesis provides set of recommendations for electricity markets with the focus on the electricity market in the Czech Republic.

## 7 Resumé

Tato disertační práce se zabývá komplexním studiem liberalizace vybraných trhů s elektřinou a následnou komparací jejich vývoje. Pro účely této disertační práce byly vybrány trhy s elektřinou v České republice, Ruské federaci, Spolkové republice Německo, Francii a Spojených státech amerických. Práce je systematicky rozdělena do několika kapitol; nejprve je popsán dosavadní vývoj a současná situace na vybraných trzích s elektřinou a následně je provedeno jejich komplexní srovnání z různých úhlů pohledu. Přitom jsou zkoumány hypotézy, jestli liberalizace trhu s elektřinou ovlivnila současnou podobu trhu s elektřinou; jestli je struktura trhu s elektřinou determinována nastavenými liberalizačními principy a jestli liberalizace trhu s elektřinou měla vliv na cenu elektřiny pro spotřebitele, respektive jestli vlivem liberalizace trhu s elektřinou došlo ke snížení ceny elektřiny pro spotřebitele. V závěru práce poskytuje soubor doporučení vhodných pro trhy s elektřinou s důrazem na trh s elektřinou v České republice.